

**INFLUENCE DE LA DATE DE LA PRÉCOUPE
DE LA LUZERNE (*MEDICAGO SATIVA* L.)
SUR SA POLLINISATION**

*Der Einfluss des Zeitpunktes, zu dem der Frührschnitt erfolgt,
auf die Bestäubung der Luzerne (Medicago sativa L.)*

J. N. TASEI

avec la collaboration technique de Ch. ECALLE

*Station d'Amélioration des Plantes fourragères, I.N.R.A.,
86 — Lusignan*

SUMMARY

**INFLUENCE, ON POLLINISATION, OF THE TIME LUCERNE'S ("MEDICAGO SATIVA" L.)
IS FIRST CUT.**

The influence, on pollination, of the time lucerne's first cut has been investigated over four years running at Lusignan, in the « département » of Vienne.

The relevant consequences on blossoming which occurs concurrently with flights of pollinating insects are set forth. In addition, information as to the time the chief pollinating species come out is given.

RÉSUMÉ

L'influence de la précoupe et de la date à laquelle elle est effectuée, sur la pollinisation de la luzerne a été étudiée pendant quatre années consécutives à Lusignan dans la Vienne.

Les conséquences sur la floraison et la coïncidence de celle-ci avec les vols d'insectes pollinisateurs sont mises en évidence. D'autre part on fournit quelques renseignements sur les dates d'apparition des principales espèces pollinisatrices.

INTRODUCTION

Du début de la floraison à la récolte, de nombreux facteurs interviennent dans la production de graines de luzerne. La physiologie de la croissance et du développement des plantes, celle de la fécondation des fleurs et de la maturation des gousses peuvent être profondément influencées par les agents climatiques tels que la température et surtout la pluviosité.

Il n'en est pas moins vrai que les fleurs de luzerne ne produisent des gousses qu'après avoir subi une pollinisation croisée entomophile.

Une étude antérieure (J. LECOMTE et S. TIRGARI, 1965) a montré que dans la région de Lusignan (Vienne), parmi les insectes visitant les fleurs de luzerne, seules quelques espèces de bourdons (*Bombus* sp.) et d'*Apoidea* solitaires terrioles sont responsables de la fécondation croisée de cette légumineuse fourragère. Il est en effet prouvé que dans les conditions actuelles de notre agriculture l'abeille domestique, (*Apis mellifica*) malgré les fortes populations observées sur les champs de luzerne, n'effectue aucun transport de pollen car elle se contente de prélever le nectar des fleurs (J. LECOMTE, 1963).

La production de graines est en partie fonction du nombre de fleurs déclenchées par les insectes pollinisateurs. Il est probable que la coïncidence de leur vol avec la pleine floraison favorise leurs visites et du même fait le rendement grainier.

Or si la date d'apparition de ces insectes est sous la dépendance des facteurs climatiques, la date de pleine floraison peut être déterminée par la date de précoupe au printemps. La technique de précoupe est utilisée dans la Vienne et les départements limitrophes bénéficiant de pluies régulières à l'époque de la repousse (ce qui n'est pas le cas des départements méridionaux). La précoupe permet au producteur de semences d'obtenir une récolte de fourrage précédant celle de graines. D'autre part la repousse est moins sensible à la verse et sa floraison est plus brève.

Nos observations sont effectuées dans le but de mesurer l'influence de la date de la précoupe sur la pollinisation des fleurs de luzerne.

DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL ET MÉTHODES

En 1967 nous avons observé des parcelles de luzerne de 3^e année (variété Luciole) se trouvant sur les terrains expérimentaux du domaine des Verrines qui dépend de la Station d'Amélioration des Plantes fourragères de Lusignan.

Six parcelles de 30 × 5 m étaient rangées parallèlement à 5 m de distance les unes des autres. Leur nombre réduit n'a pas permis d'effectuer de répétitions de traitement. Une parcelle faisant office de témoin n'a pas été précoupée, les 5 autres ont subi une précoupe respectivement les 5 mai, 15 mai, 25 mai, 1^{er} juin, 5 juin. Seuls les résultats de la première et de la dernière précoupe A et B sont retenus et comparés au témoin; ceci en raison de la floraison pratiquement simultanée des précoupes intermédiaires.

Les trois années suivantes, nous avons amélioré le dispositif expérimental en poursuivant nos observations sur 15 parcelles de luzerne de 10×5 m, implantées en 1967. Ces parcelles sont groupées en 5 blocs et dans chacun d'eux une parcelle (T) n'est pas précoupée et sert de témoin, une autre (A) est précoupée le 5 mai et la troisième (B) est précoupée le 5 juin. Cette disposition permet d'obtenir 5 répétitions par traitement (fig. 1).

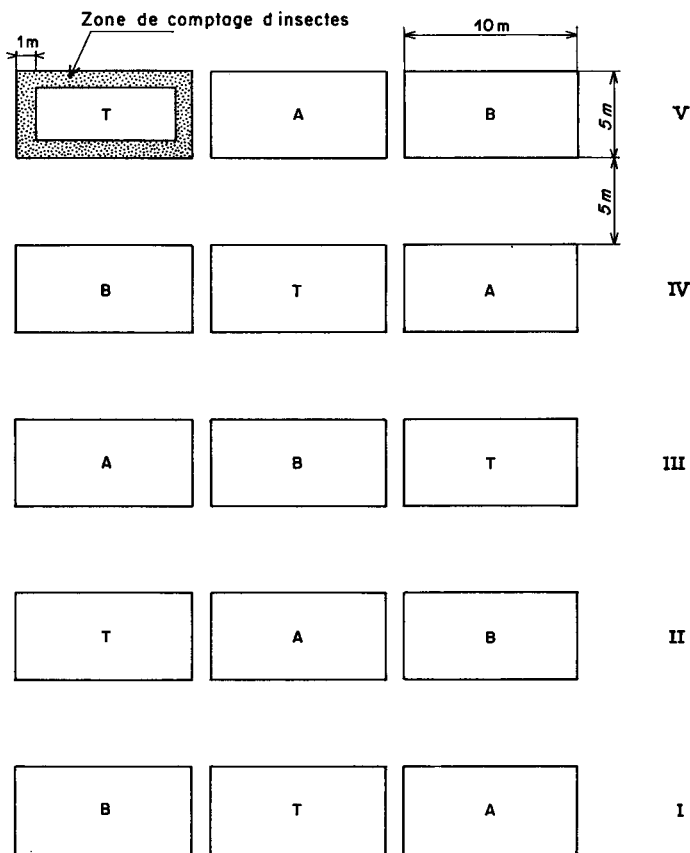


FIG. 1. — Plan des essais 1968, 1969, 1970.

ABB. 1. — Versuchsplan 1968, 1969, 1970.

- | | | |
|-----------------------------|---|-----------------------------|
| T = Témoin sans précoupe | = | Kontrolle ohne Frühschnitt. |
| A = Précoupe le 5 mai | = | Frühschnitt am 5.5. |
| B = Précoupe le 5 juin | = | Frühschnitt am 5.6. |
| Zone de comptage d'insectes | = | Zählbereich der Insekten, |

Les parcelles expérimentales représentent chaque année la majeure partie de la luzerne à floraison abondante sur les 100 ha du domaine. Cependant, la luzerne est en permanence en concurrence avec le trèfle blanc (*Trifolium repens*) cultivé ou spontané.

Pendant ces quatre années, les observations ont porté sur la floraison, les insectes pollinisateurs et leur densité. Lorsque les gousses sont arrivées à maturité, la luzerne de chaque parcelle est récoltée à part et les graines sont pesées.

La floraison a été observée sommairement en 1967. Nous avons seulement noté les dates du début et de la fin de la floraison. Les années suivantes nous avons contrôlé avec précision l'évolution du nombre des inflorescences sur les 15 parcelles des essais de la manière suivante. On lance au hasard (mais au-delà de la bordure) au dessus de la luzerne un cerceau de 50 cm de diamètre (surface 0,2 m²) et l'on compte le nombre d'inflorescences portant des fleurs épanouies, qui s'y trouvent emprisonnées. Ce comptage est effectué un jour sur deux. De plus, en 1969, ont été déterminés les pourcentages des fleurs déclenchées en moyenne au cours de chaque semaine.

Les insectes sont dénombrés tous les jours vers 11 heures du matin par la méthode suivante (J. LECOMTE, 1962; M. DYŁOWSKA, 1970) : l'observateur fait lentement le tour de chaque parcelle en notant le nombre des insectes pollinisateurs de chaque espèce qui butinent sur la bordure fleurie d'un mètre de largeur (1).

Précisons que le fait de compter les insectes sur les bordures plus fleuries donc plus attractives que le centre des parcelles ne présente pas d'inconvénient étant donné que le seul intérêt de nos dénombrements est leur valeur comparative.

D'un comptage à un autre, le moment, la durée de notre observation et la surface sur laquelle elle est effectuée sont sensiblement les mêmes pour toutes les parcelles expérimentales. Les nombres totalisant les insectes comptés sur chaque traitement sont donc comparables.

Les résultats numériques permettent une représentation graphique de la floraison et de la fréquentation des insectes. De plus en 1969, nous comparons l'évolution du nombre de fleurs déclenchées et celle du nombre d'insectes sur 100 inflorescences.

La période de floraison coïncidant avec les émergences des insectes est appelée « floraison utile »; elle est déterminée graphiquement en considérant qu'elle débute en même temps que la partie ascendante de la courbe de population des insectes et qu'elle se termine en même temps que la fin de la partie descendante. C'est pendant cette « floraison utile » que nous évaluons pour chaque traitement la densité moyenne journalière des « unités de pollinisation » sur 70 m². Cette densité = Nombre d'unités observées au cours de N jours de comptage $\times \frac{1}{N}$.

Nous préférons employer le terme « d'unité de pollinisation » car les femelles d'Apoides n'ont pas toutes la même efficacité pollinisatrice. Nous estimons qu'une femelle déclenchant 10 fleurs par minute = 1 unité et qu'une femelle déclenchant 5 fleurs par minute = 0,5 unité (cf. : Résultats § B 5°).

Si l'on suppose que ces densités d'insectes sont représentatives des populations ayant pollinisé les parcelles, nous pouvons essayer d'établir des corrélations entre ces données numériques, la pollinisation et les rendements grainiers correspondants.

RÉSULTATS

Les observations effectuées sur les insectes et la floraison nous ont permis d'établir les figures : 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10 ; 11 ; et les tableaux 1, 2 et 3.

1. La contiguïté de parcelles peu fleuries et de parcelles en pleine floraison d'attractivités différentes, diminue certainement la fréquentation par les Apoides des parcelles peu fleuries. Quelques insectes sont récoltés de temps en temps pour vérifier leur identité.

A. — Renseignements acquis sur la floraison
(Figures 2, 3, 4) (Tableau 1)

1° La précoupe retarde la floraison et la raccourcit d'autant plus qu'elle est tardive.

2° Le laps de temps écoulé entre la date de précoupe et la date de début de floraison est plus faible lorsque la précoupe est tardive :

— 53, 56, 58, 53 jours si la précoupe a lieu le 5 mai,

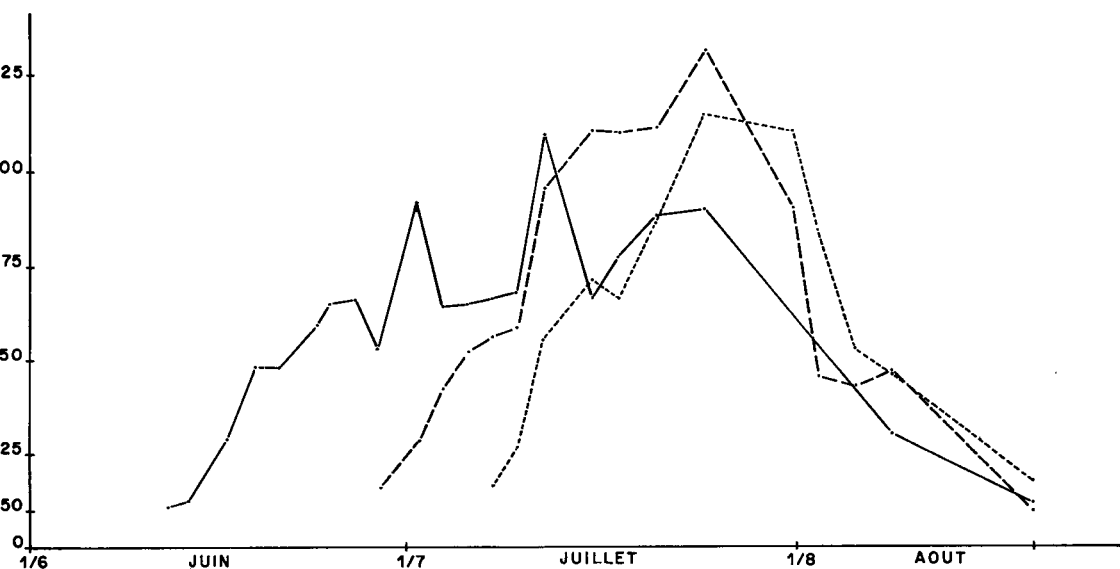


FIG. 2. — Floraisons 1968.

ABB. 2. — Blütezeiten 1968.

Verticalement : nombre d'inflorescences par m² Ordinate = Zahl der Blütenstände je m²
 ————— Témoin = Kontrolle.
 - - - - - A.
 B.

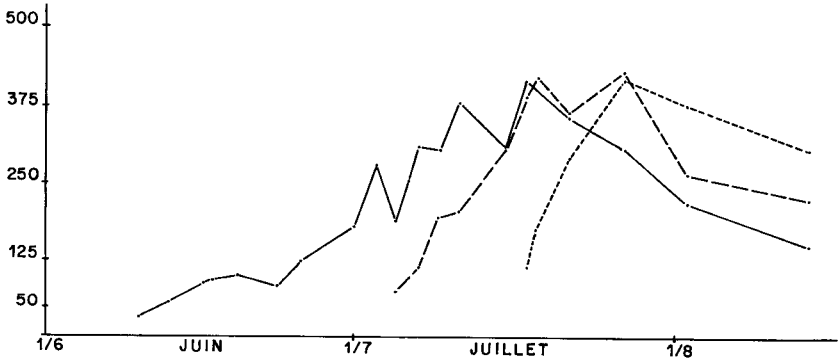


FIG. 3. — *Floraisons 1969.*
Même chose que Fig. 2.

ABB. 3. — *Blütezeiten 1969.*
wie Abb. 2.

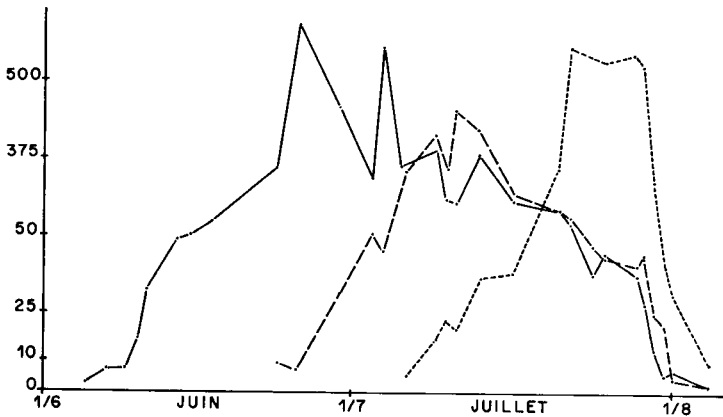


FIG. 4. — *Floraison 1970.*
Même chose que Fig. 2.

ABB. 4. — *Blütezeiten 1970.*
wie Abb. 2.

TAB. 1. — *Résultats globaux.*
TAB. 1. — *Gesamtergebnisse.*

Traitement Behandlung	Témoins sans précoupe Kontrollen				A Précoupe le 5 mai Frühschnitt 5. 5.				B Précoupe le 5 juin Frühschnitt 5. 6.			
	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970
Année												
Jahr												
Indice de floraison global	—	58	46	48	—	65	54	43	—	62	60	55
Gesamt-Blütezeit												
Durée de la « floraison utile » en jours	32	20	43	39	18	15	30	25	14	14	20	25
Dauer der nutzbaren Blütezeit in Tagen												
Densité journalière moyenne d'U. P. ⁽¹⁾ sur 70 m ² en « floraison utile »	6,5	2,4	5,8	2	10,5	1,8	7,4	2,2	17,6	2,2	13	4,3
Ø tägll. Dichte d. Bestäubungseinheiten auf 70 m ² bei nutzbarer Blütezeit												
Rendement grainier en kg/ha	1.048	280	340	480	905	300	110	365	955	250	100	470
Samenertrag in kg/ha												
Rendement moyen	444				420				537			
Durchschnittsertrag												

(1) U.P. = « unités de pollinisation » = « Bestäubungseinheiten »

— 36, 33, 38, 31 jours si la précoupe a lieu le 5 juin.

Il faut noter que ces délais ont été assez voisins dans chaque traitement bien que les étés aient eu des pluviométries et des températures moyennes très différentes.

3° Chez les précoupes, la pleine floraison apparaît plus rapidement que chez le témoin et sa durée est inférieure.

4° La fin de la floraison de la luzerne non précoupée a lieu a peu près en même temps que celle de la luzerne précoupée. Cette date de fin floraison varie chaque année en fonction de la pluviométrie estivale.

5° Le niveau moyen des floraisons des précoupes tardives B est plus élevé que celui des témoins.

B. — Renseignements acquis sur les insectes (Figures 5, 6, 7, 8)

1° Nous avons observé plusieurs espèces d'Apoïdes susceptibles de déclencher les fleurs de luzerne : *Eucera tuberculata* F., *Eucera longicornis* L., *Melitta leporina* Panz., *Melitturga clavicornis* Latr., *Andrena labialis* K., *Andrena flavipes* Panz., *Andrena ovatula* K., *Megachile* sp., et *Bombus* sp.

Au cours de nos 4 ans d'observation il est apparu que les *Bombus* visitent peu la luzerne ou bien la visitent en récoltant seulement le nectar de la même manière que l'abeille domestique (*Apis mellifica*).

D'autre part, les genres *Megachile* et *Melitturga* ont été très rarement rencontrés. Or les années précédant 1966, *Melitturga clavicornis* (1) était un insecte très commun (J. LECOMTE et S. TIRGARI, 1965). Ceci laisse supposer la destruction de la majeure partie du site de nidification de cette espèce qui niche en bourgades.

En conséquence, nous avons dénombré uniquement les individus appartenant aux genres *Andrena*, *Eucera* et *Melitta*. Afin de clarifier les figures nous avons donné les résultats globaux, sans distinguer les espèces d'*Andrena* et d'*Eucera*. Parfois même nous tenons seulement compte des « unités de pollinisation ».

2° Les périodes de vol se situent en :

Mai-juin pour *Eucera* sp.

Mai-juin-juillet pour *Andrena* sp.

Juillet-août-septembre pour *Melitta leporina*.

3° *Eucera* sp. et *Melitta leporina* ont toujours une seule génération par an,

(1) Cette espèce est typiquement méridionale et Lusignan doit-être la limite septentrionale de son aire de répartition.

mais *Andrena ovatula*, l'Andrène la plus répandue a deux générations ; c'est du moins ce qui a été observé en 1970 de façon très nette.

4° L'abondance des populations des 3 genres est très variable d'une année sur l'autre. Nous avons calculé les densités moyennes sur 70 m² (sur les parcelles Témoin et B) des femelles de *Melitta*, *Andrena*, *Eucera*.

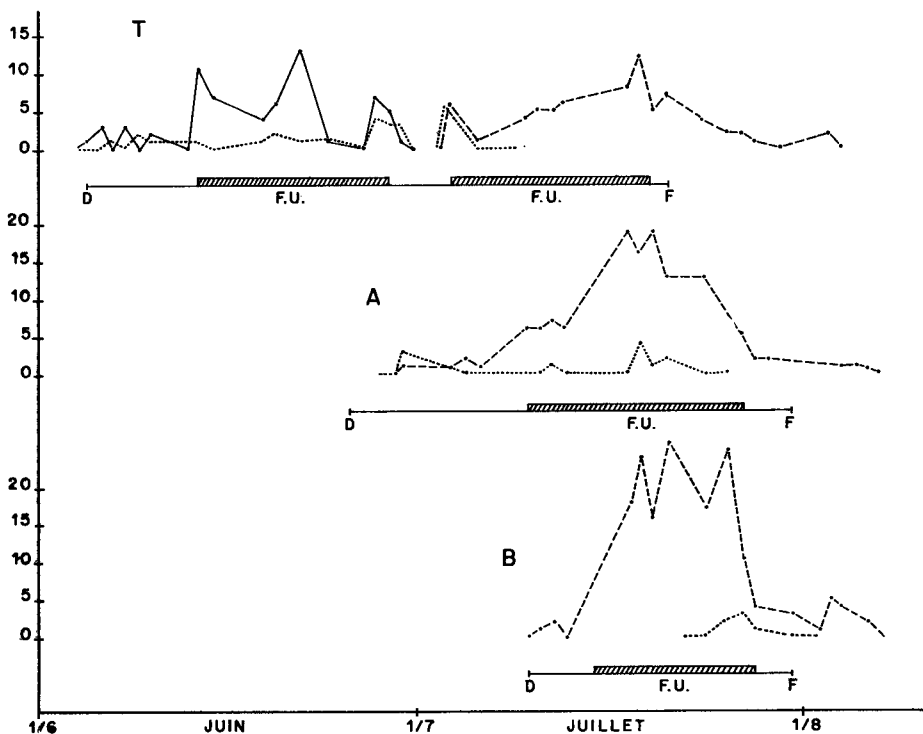


FIG. 5. — Populations d'Apoïdes en 1967

ABB. 5. — Apoideen-Populationen 1967.

————— *Eucera*.
 - - - - - *Melitta*.
 *Andrena*.

D. Début de floraison = Blühbeginn.
 F. U. Floraison utile = « nutzbare Blütezeit ».
 F. Fin de floraison = Ende der Blütezeit

Verticalement : abeilles par 70 m² = Ordinate : Zahl d. Bienen auf 70 m²

	<i>Melitta</i>	<i>Andrena</i>	<i>Eucera</i>
1967	9,7	1,4	3,6
1968	1,1	1,3	3,2
1969	10,2	3,8	3,2
1970	3,0	2,0	1,3

Melitta, bien que présentant les fluctuations les plus marquées, semble être de loin l'insecte le plus abondant. Moyenne = 6,0.

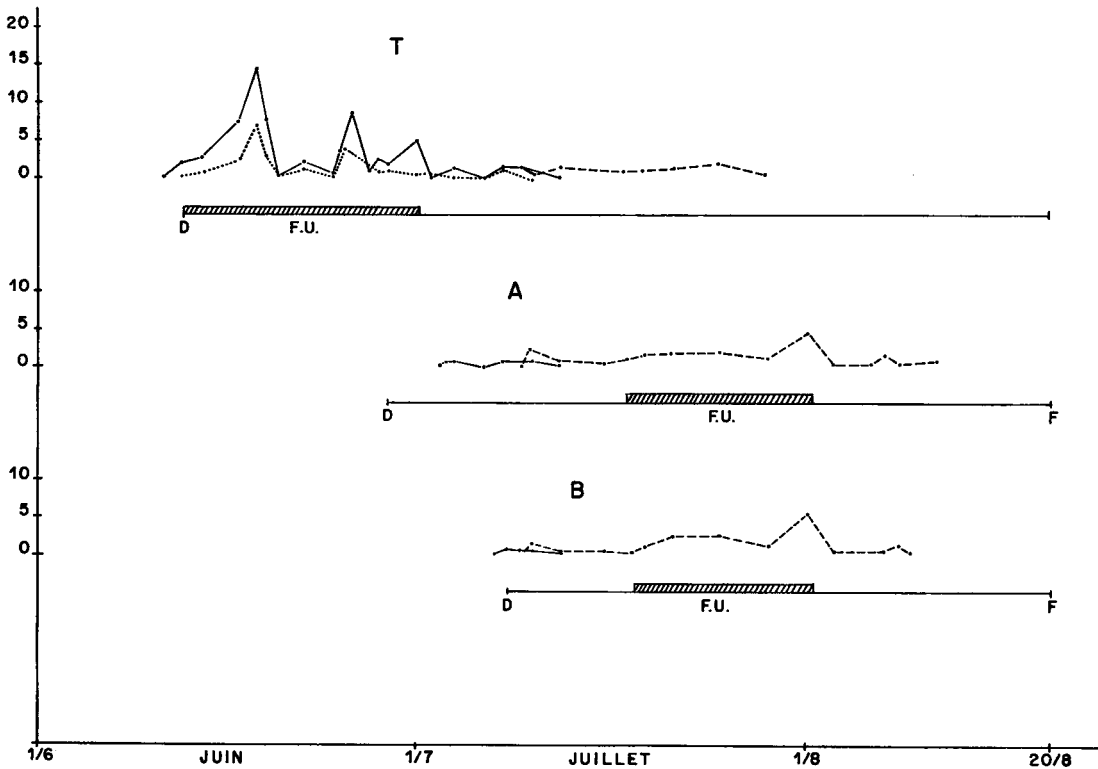


FIG. 6. — Populations d'Apoïdes en 1968.
Même chose que Fig. 5.

ABB. 6. — Apoïdeen-Populationen 1968.
wie Abb. 5.

Andrena et *Eucera* ont des populations visiblement plus faibles. Moyennes = 2,1 et 2,8 mais plus stables.

5° Si nous estimons que le critère de l'efficacité pollinisatrice est la rapidité du déclenchement :

- Andrena ovatula* K. : 4,8 fleurs /mn
- Melitta leporina* Panz. : 9,4 fleurs /mn
- Eucera longicornis* L. : 10,4 fleurs /mn (MOCZAR 1959)

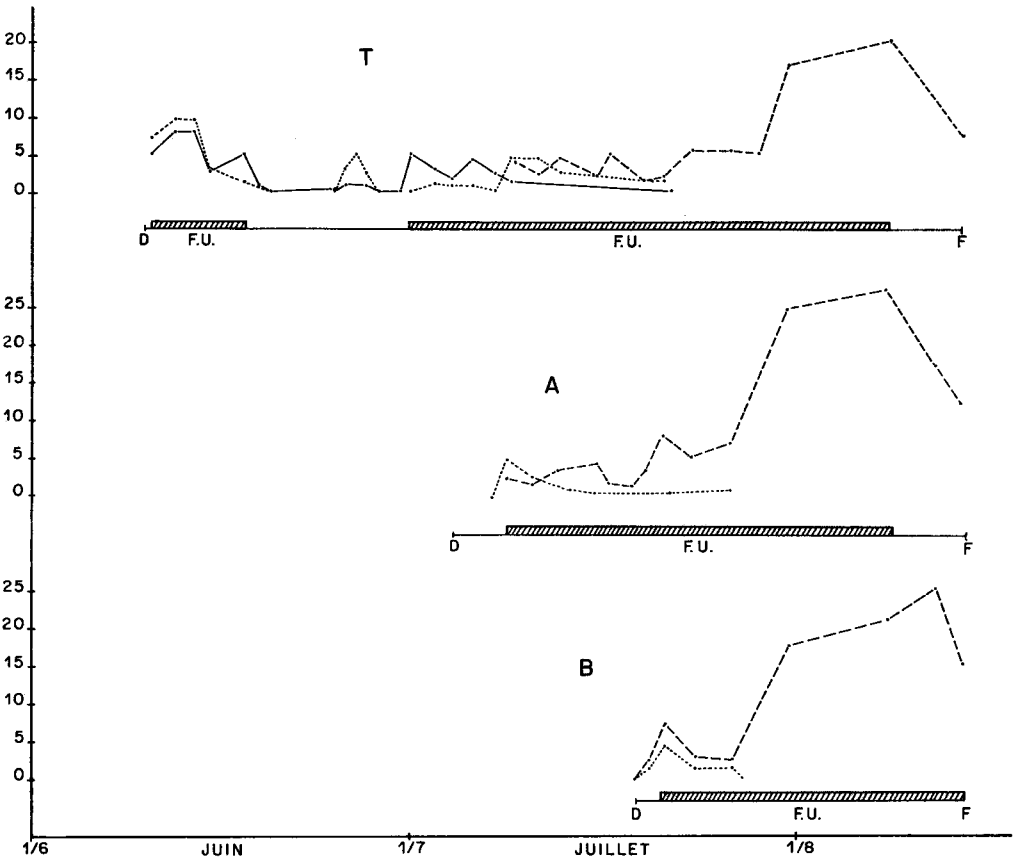


FIG. 7. — Populations d'Apoïdes en 1969. Même chose que Fig. 5.

ABB. 7. — Apoïdeen-Populationen 1969. wie Abb. 5.

Nous pouvons considérer que *Melitta* et *Eucera* sont les deux principaux agents pollinisateurs de la luzerne, *Andrena* n'étant que secondaire.

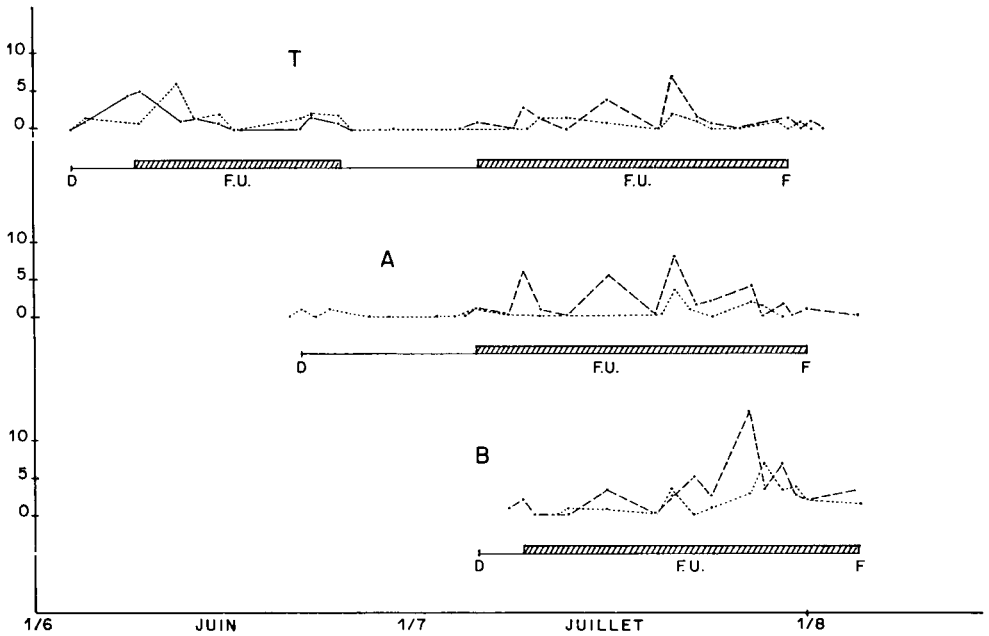


FIG. 8. — Populations d'Apoïdes en 1970.
Même chose que Fig. 5.

ABB. 8. — Apoïdeen-Populationen 1970.
wie Abb. 5.

C. — Rapports existants entre les émergences d'apoïdes et la floraison

La comparaison des figures 5, 6, 7, 8 suscite les remarques suivantes :

a) La coïncidence « *Melitta* — floraison » est observée sur tous les traitements généralement pendant la 2^e moitié de la floraison.

b) La coïncidence « *Eucera* — floraison » est observée seulement sur les parcelles non préoccupées pendant la 1^{re} moitié de leur floraison.

c) La coïncidence « *Andrena* — floraison » est observée sur tous les traite-

ments pendant toute la floraison excepté en 1968 où les sorties tardives n'ont pas eu lieu.

Le tableau 1 met en évidence que les densités journalières d'insectes sont faibles sur la luzerne sans précoupe et fortes sur la luzerne précoupée. Par contre la « floraison utile » de la luzerne témoin est nettement plus longue que celle de la luzerne précoupée.

En 1969, l'évaluation hebdomadaire des pourcentages de fleurs déclenchées permet de suivre les variations d'intensité de la pollinisation au cours de la floraison.

Le calcul des rapports $\frac{\text{densité d'unités de pollinisation}}{\text{densité d'inflorescences}}$

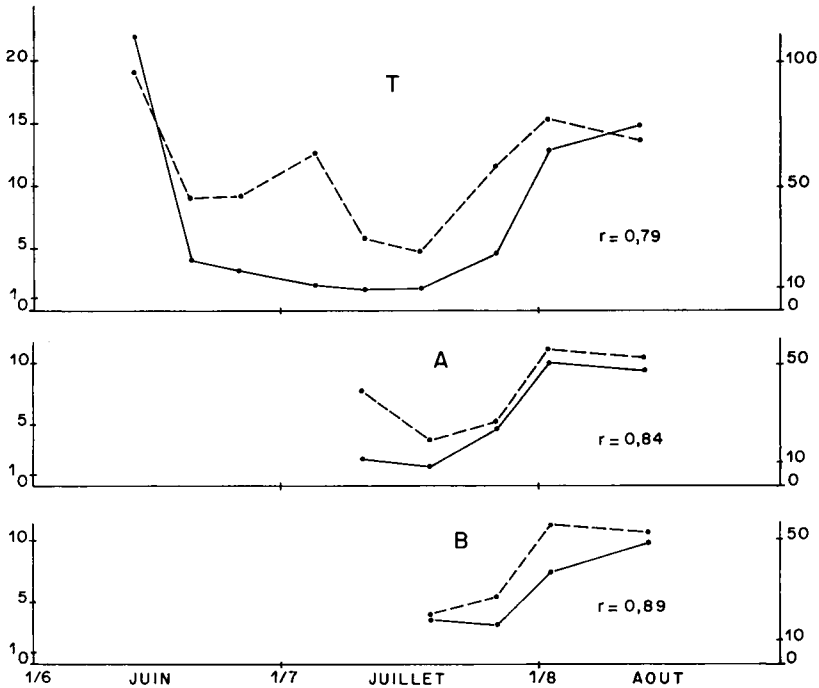


FIG. 9. — Nombre d'Apoides par inflorescence et pollinisation.

ABB. 9. — Zahl der Apoideen je Blütenstand und Bestäubung.

----- % de déclenchement = % des Auslösens des Stäubevorgangs.
 ————— Nombre d'unités de pollinisation pour 100 inflorescences
 = Zahl der Bestäubungseinheiten auf 100 Blütenstände.

Verticalement : à gauche = nombre d'unités de pollinisation pour 100 inflorescences
 = Ordinate links = Zahl der Bestäubungseinheiten auf 100 Blütenstände.
 à droite = % de déclenchement = rechts : % Bestäubungsauslösung.

correspondants met en évidence la bonne corrélation qui existe entre le taux de déclenchement et le nombre d'insectes par inflorescence (figure 9 A. DELAUDE, non publié). Nous nous apercevons grâce à ces comptages que les insectes, même si leur densité est élevée, ne peuvent pas déclencher toutes les fleurs qui leur sont offertes — exception faite des premiers jours de floraison. Le taux moyen de déclenchement est de l'ordre de 40 à 50 %. Il faut souligner qu'il ne dépend pas du nombre d'insectes au m^2 , mais du nombre d'insectes par inflorescence. Nous pouvons dire que dans les conditions habituelles, le facteur limitant du nombre de fleurs déclenchées est la densité « d'unités de pollinisation ». Exceptionnellement en 1967, de très fortes populations d'Apoides ont visité les inflorescences de plantes ayant souffert de la sécheresse et ont déclenché 100 % des fleurs disponibles, relativement peu nombreuses.

Afin d'estimer le niveau de la pollinisation de chaque traitement au cours des quatre ans d'observations, nous calculons les densités théoriques d' « unités

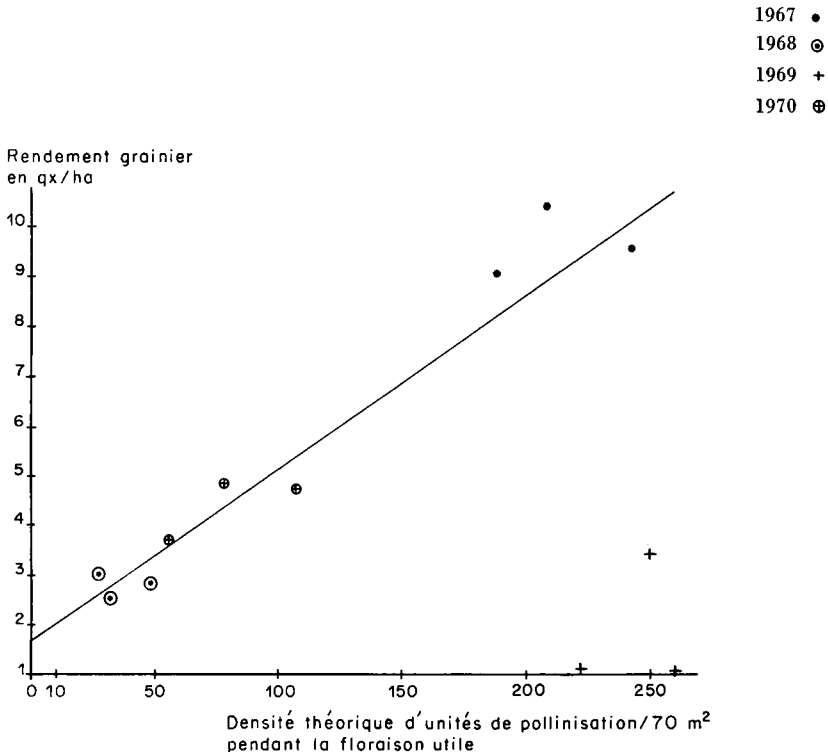


FIG. 10. — Densité d'Apoides et rendement grainier.
Rendement grainier en qx/Ha.
Densité théorique d'unités de pollinisation 70 m² pendant la floraison utile.

ABB. 10. — Dichte der Apoideen und Samenertrag.
Körnerertrag in qx/ha
Theoretische Dichte der Bestäubungseinheiten auf 70m²
während der « nutzbaren Blütezeit »

de pollinisation » pendant la « floraison utile » en effectuant les produits : Durée de « floraison utile » \times Densité journalière moyenne d' « unités de pollinisation » en « floraison utile » (tableaux 1 et 2, figure 10). Il nous est permis de supposer qu'une corrélation existe entre ces densités théoriques d'unités de pollinisation et la production grainière.

Il apparaît sur la figure 10 que seuls les rendements grainiers de l'année 1969 ne concordent pas avec nos estimations. Or en 1969 la maturation des gousses de tous les traitements a été fortement perturbée par des pluies qui ont provoqué une germination sur pied. En 1968, la récolte a eu lieu également dans de mauvaises conditions mais la figure n° 10 ne l'accuse pas car la pollinisation avait été très faible. Cependant, nous avons calculé la corrélation entre densités d'insectes et rendements pour les seules années 1967 et 1970 qui ont bénéficié de bonnes conditions de récolte. Le coefficient de corrélation $r = 0,96$ laisse prévoir que l'ordre de grandeur d'un rendement grainier peut être évalué grâce à la densité d'unités pollinisatrices.

S. WRONA a démontré qu'il existe une forte corrélation ($r = 0,92$) entre la quantité d'insectes pollinisateurs observés sur une luzernière et le rendement grainier de celle-ci. Cet auteur précise que la prévision du rendement à partir des comptages d'insectes n'est à envisager que « si les autres facteurs sont assez propices à la production de graines ».

Or si le nombre de fleurs déclenchées est proportionnel à la densité d'insectes, nous ne pouvons pas dire que le nombre de gousses est aussi proportionnel à la densité d'insectes.

En effet, toutes les fleurs déclenchées ne donnent pas des gousses et ces pertes physiologiques atteignent des taux considérables, variant d'une année à l'autre : 50 % en 1967, 18,5 % en 1969, 46,5 % en 1970 * (A. DELAUDE, 1970).

Enfin malgré des conditions atmosphériques idéales lors de la récolte, il subsiste toujours des pertes dues à l'hétérogénéité de maturation des gousses. Les gousses issues des fleurs précoces commencent à s'égrener alors que celles issues des fleurs tardives sont encore vertes. Cette hétérogénéité est d'autant plus marquée que la floraison est plus étalée (cas des parcelles témoin non préoccupées).

Il faut supposer que les pertes à la récolte et celles dues à la coulure physiologique ont affecté les rendements grainiers des traitements de 1967 et 1970 dans les mêmes proportions. Les observations à venir pourront préciser l'influence de ces pertes sur nos estimations de rendements à partir des populations d'insectes.

* En 1970, la coulure physiologique a été évaluée non pas à Lusignan mais à Barbezieux (Charentes).

D. — Résultats concernant les émergences d'*Eucera* et de *Melitta*

Il nous a semblé utile de joindre aux résultats précédents, certaines données climatiques et biologiques relevées au cours de 8 ans (1963 à 1970).

La figure 11 est la représentation schématique de l'étalement des émergences d'*Eucera* sp. et de *Melitta leporina* au cours des mois d'été. Les observations des quatre premières années ont été effectuées par S. TIRGARI. Les maxima des sorties de *Melitta leporina* ont lieu à des dates très différentes d'une année à l'autre ; les dates extrêmes sont le 18 juillet et le 30 août. L'étude de la diapause imaginale d'*Osmia cornuta* et *Osmia rufa* (*Megachilidae*) (J. N. TASEI,

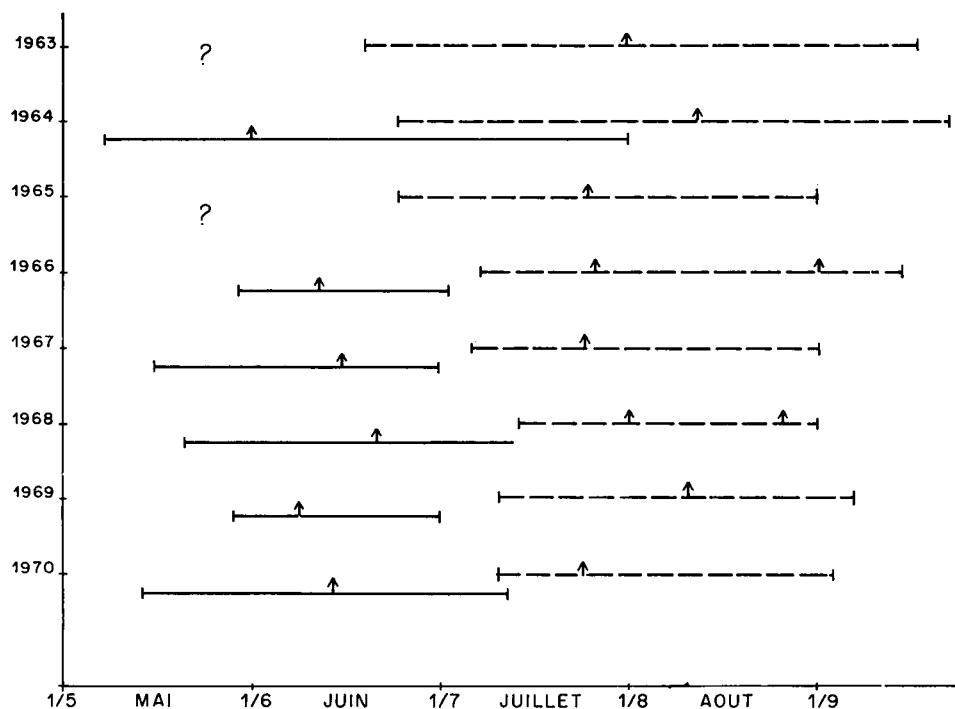


FIG. 11. — Périodes de vol d'*Eucera* sp. et de *Melitta leporina*.

ABB. 11. — Fluzeiten von *Eucera* sp. und *Melitta leporina*

————— *Eucera* sp.
 - - - - - *Melitta leporina*.
 ————[^]——— Maximum des sorties = Maximum der Ausflüge.

non publié) a mis en évidence l'action complexe des températures basses de l'hiver et des températures élevées du printemps et leur influence sur les délais d'émergence de ces espèces. On peut supposer que les délais d'émergence de *Melitta leporina* dépendent des températures subies par les prénymphe et les nymphes pendant l'hiver et l'été.

Nous avons tenté d'établir dans les conditions naturelles une corrélation entre les températures hivernales et les températures de réactivation auxquelles sont soumises les *Melitta leporina* dans le sol.

Ces températures sont enregistrées à 30 cm dans le sol à 9 heures du matin chaque jour et sont de bonnes approximations des températures moyennes. Il est certain que les calculs que nous avons faits ne peuvent prendre leur pleine valeur qu'après des études de physiologie de la diapause à prévoir ultérieurement. En effet nous ne connaissons ni la température seuil au-dessous de laquelle s'effectue l'hibernation, ni la température seuil au-dessus de laquelle le développement de l'insecte reprend à la sortie de l'hiver. Nous avons donc considéré arbitrairement les mois de décembre, janvier, février et mars comme les mois d'hibernation et nous estimons que la réactivation débute lorsque les températures sont supérieures à 10°C , et se termine quand sont observés les vols les plus abondants d'adultes femelles. Chaque année nous avons calculé les températures moyennes journalières d'hibernation et les sommes des températures de réactivation supérieures à 10°C $\Sigma T_j - 10^{\circ}$; 10°C étant considéré arbitrairement comme zéro de développement. Les températures d'hibernation varient de $1,5^{\circ}\text{C}$ à 7°C et les $\Sigma T_j - 10^{\circ}$ de 515°C à $1\ 089^{\circ}\text{C}$. Les besoins de chaleur du développement de posthibernation varient du simple au double suivant l'année.

Le tableau 3 met en évidence une tendance, exception faite de l'année 1967. Il semble que plus l'hiver est doux, plus les besoins en chaleur sont grands. La corrélation entre les deux données n'est pas significative ($r = 0,44$). Quatre ou cinq années d'observations supplémentaires permettront de préciser cette corrélation. Quelques explications sont nécessaires pour l'année 1967 : l'hiver ayant été doux, la somme des températures de réactivation aurait dû être bien supérieure à 567°C . Or nous avons constaté les faits suivants :

1^o La population de 1966 a été très réduite par rapport à 1965 et 1967.

2^o Les prénymphe de *Melitta* qui n'hibernent pas dans des conditions satisfaisantes restent en diapause malgré un traitement prolongé à température élevée (S. TIRGARI, 1968).

3^o Les prénymphe subissant une deuxième hibernation reprennent leur développement d'une façon anormalement rapide lorsqu'elles sont exposées pour la deuxième fois à température élevée (TASEI, non publié).

Nous pouvons donc supposer que les imagos de 1967 sont issus de pré-

nymphes de 1966 mais surtout de prénymphe de 1965. Les plus vieilles de ces prénymphe seraient devenues imago avec plus de facilité que celles de 1966.

CONCLUSIONS

Ces observations diverses nous renseignent utilement sur le plan local mais ont aussi permis la mise au point de méthodes de travail générales.

Ainsi les très bonnes corrélations entre le taux de déclenchement et le nombre d'insectes par inflorescence justifient l'utilisation de nos méthodes de comptage d'insectes et d'inflorescences. D'autre part l'évaluation du travail de pollinisation ne permet pas d'estimer les récoltes de graine avec une grande sûreté en raison de diverses pertes survenant après le déclenchement des fleurs. Ces pertes sont dues à la coulure physiologique, à l'hétérogénéité de maturation des gousses et à la germination sur pied. La coulure physiologique seule peut-être évaluée et l'ignorance des autres pertes retarde un jugement précis sur l'influence de la précoupe sur les rendements grainiers.

Dans les conditions habituelles de faune et de floraison de la région de Lusignan, divers résultats sont à signaler :

— La densité des insectes pollinisateurs est le facteur limitant le déclenchement des fleurs de luzerne.

— Le retard de floraison dû à la précoupe ne favorise pas le rendement grainier. Il semble que les pertes dues aux pluies lors de la maturation des gousses soient responsables de la supériorité de la luzerne non précoupée. En effet la pollinisation globale est sensiblement la même pour les traitements extrêmes : « sans précoupe » et « précoupe tardive ».

— La pollinisation de la luzerne est assurée de juin à août grâce à la succession des vols des espèces principales : *Eucera sp.* et *Melitta leporina*. *Eucera sp.*, *Melitta leporina* et *Andrena sp.* visitent la luzerne non précoupée tandis que seuls *Melitta leporina* et *Andrena sp.* visitent la luzerne précoupée. Les populations d'*Andrena* et d'*Eucera* sont en moyenne semblables. Celles de *M. leporina* sont en moyenne plus abondantes mais présentent des fluctuations très marquées d'une année à l'autre.

L'irrégularité manifeste de la production de graine de luzerne dans la région de Lusignan est due à l'action directe du climat sur la plante mais aussi à l'absence momentanée de certains *Apoidea* pollinisateurs (*M. leporina*).

L'étude de la physiologie de cet insecte nous permettra un jour d'élucider le problème de l'élimination de sa diapause.

D'autre part l'accroissement artificiel des espèces pollinisatrices principales de la région ne semble pas être une solution immédiate en raison du caractère

solitaire et terricole de ces espèces. Peut-être certaines espèces de la famille des *Megachilidae* groupant leurs nids dans des nichoirs de bois, seraient, bien que rare à Lusignan, plus aisées à manipuler et multiplier en vue de polliniser les cultures de la luzerne porte graines.

Reçu pour publication en mars 1971.

Eingegangen im März 1971.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur DESMIER DE CHENON (INRA) qui a déterminé les *Apoïdes* récoltés sur la luzerne. Nous remercions également la Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences qui nous a communiqué les résultats de ses recherches.

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung

In Frankreich wurde nachgewiesen, dass die Honigbiene (*Apis mellifica* L.) nicht zu den wirksamen Bestäubern der Luzerne gehört. Einzig einige solitäre Apoideen bewirken das Auslösen des Staubvorgangs und die Bestäubung der Luzerne. Interessant ist dabei, zu untersuchen, wie sich das zeitliche Zusammentreffen der Insektenausflüge mit der Blütezeit der Luzerne auf deren Bestäubung und den Samenertrag auswirkt. Während der Insektenflug von Klimafaktoren abhängt, wird die Blütezeit der Luzerne vom Frühschnitt beeinflusst. Dieser Einfluss des vorzeitigen Schnittes auf die Bestäubung der Luzerne soll im Folgenden untersucht werden.

Versuchsordnung und Methodik (Abbildung 1)

Im Verlauf von vier Jahren, von 1967 bis 1970, wurden die Versuche auf 15 nebeneinanderliegenden Luzerne-Parzellen durchgeführt. Jede Parzelle war 10×5 m gross. Fünf Parzellen (Kontrollen) wurden nicht vorzeitig geschnitten, bei weiteren fünf erfolgte der Schnitt am 5. Mai (A), die restlichen fünf Parzellen wurden am 5. Juni geschnitten (B). Danach wurde jeweils die Entwicklung der Blüte verfolgt. Jeden Tag wurden auf den betreffenden Parzellen die Blütenstände innerhalb eines Kreises von 50 cm Durchmesser gezählt. Dieser kreisförmige Ausschnitt wurde mit Hilfe eines einmal beliebig in die Parzelle geworfenen Reifens gebildet.

Die Insekten-Populationen wurden täglich gegen 11 Uhr gezählt. Zum Auszählen der Apoideen wurde jede Parzelle langsam umschritten und dabei die sammelnden Weibchen in einem 1 m breiten, blühenden Randstreifen gezählt.

Die Intensität der Bestäubung wurde durch wöchentliches Zählen der bestäubten Blüten festgestellt.

Der Ausdruck « Dauer der nutzbaren Blütezeit » bezeichnet den mit den Ausflügen der Insekten zusammenfallenden Zeitabschnitt des Blühens. « Einheit der Bestäubung » umfasst den Besuch von ungefähr 10 Blüten in der Minute durch ein Weibchen, 1 Einheit = 1 *Melitta* = 1 *Euclera* = 2 *Andrena*.

Für jeden Versuch wurde die Gesamtzahl von Bestäubungseinheiten während der « nutzbaren Blütezeit » mit der Intensität der Bestäubung und mit dem Samenertrag verglichen.

Ergebnisse

1. In bezug auf die Blütezeit (Abb. 2, 3, 4 und Tabelle 1).

Die Kontrollparzellen blühen viel länger als die vorzeitig geschnittenen, und auch ihre durchschnittliche Blütezeit ist von längerer Dauer. Ausserdem scheint die durch den Frührschnitt verursachte Verzögerung des Blühbeginns über Jahre hin konstant zu sein.

2. In bezug auf die Insekten.

Folgende Arten wurden festgestellt :

Eucera tuberculata F., *Eucera longicornis* L., *Andrena ovatula* K., *Andrena labialis* K., *Andrena flavipes* Panz., *Melitta leporina* Panz., *Melitturga clavicornis* Latr., *Megachile* sp. und *Bombus* sp. Letztere ähnelt *Apis mellifica* im Verhalten. Da *Melitturga clavicornis* und *Megachile* sehr selten sind, werden nur die Arten *Eucera*, *Melitta* und *Andrena* berücksichtigt.

Melitta tritt in verschiedenen starken Populationen auf, ist im Durchschnit aber *Eucera* und *Andrena* überlegen. *Melitta* fliegt von Juni bis September, *Eucera* Mai/Juni und *Andrena* von Mai bis Juli.

3. Beziehungen zwischen dem Auftreten der Insekten und der Blütezeit (Abb. 5, 6, 7, 8, 9, 10 und Tabelle 1 u. 2).

Nur auf den nicht vorzeitig geschnittenen Parzellen treffen die Blütezeiten der Luzerne mit den Ausflügen von *Eucera* zusammen. Die Ausflüge von *Melitta* und *Andrena* treffen auf allen Parzellen mit der Blütezeit zusammen.

Der Grad der Bestäubung ist proportional der Zahl der Insekten je Blütenstand.

Bei den in Frankreich herrschenden Witterungsbedingungen wird die Zahl der bei voller Blüte bestäubten Blüten durch die Zahl der Apoideen und nicht durch die der Blütenstände bestimmt.

Das physiologisch bedingte Abfallen, das 20-50 % der bestäubten Blüten ausmacht, die unterschiedliche Schotenreife und ungünstige Erntebedingungen machen die Schätzung des Samenertrages auf Grund der Zahl der « Bestäubungseinheiten » während der « nutzbaren Blütezeit » schwierig. 1968 und 1970 erlaubten günstige Witterungsverhältnisse den Nachweis einer deutlichen Korrelation zwischen der Grösse der Insekten-Populationen und dem Samenertrag.

Ergebnisse in bezug auf die Ausflüge von *Melitta leporina* (Tab 3).

Die Physiologie der präpupalen Diapause von *Melitta* erscheint recht komplex. Diese Insekten brauchen manchmal zwei Jahre, bis die Entwicklung zur Imago abgeschlossen ist. Ausserdem wäre zur Imaginalentwicklung während eines milden Winters eine sehr starke Wärmezufuhr notwendig, hingegen während eines strengen Winters nur eine geringe.

Schlussfolgerungen

Die deutliche Korrelation zwischen Bestäubungsgrad und Zahl der Insekten je Blütenstand beweist, dass die hier angewandten Zählmethoden befriedigen. Wenn die Erntebedingungen günstig sind, ist es möglich, durch Auszählen der « Bestäubungseinheiten » während der « nutzbaren Blütezeit » die Höhe des Samenertrags zu schätzen.

Das Verfahren « ohne Frührschnitt » hat im Verlauf von vier Jahren die Durchschnittserträge günstig beeinflusst.

Luzerne ohne Frührschnitt wird von folgenden Arten bestäubt : *Eucera*, *Andrena* und *Melitta*. Nach einem Frührschnitt bestäuben *Andrena* und *Melitta* die Luzerne.

Die Modalitäten der Dauer der Diapause von *Melitta leporina* müssen noch genau untersucht werden.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DELAUDE A., 1970. *Influence de quelques facteurs externes sur la coulure des fleurs et la production de graines de luzerne*. Symposium. Production de graines de luzerne. Pulawy. Pologne, août 1970.
- DYLOWSKA M., 1970. *Étude sur les méthodes de la détermination quantitative d'Apoïdea sur les cultures porte-graines de luzerne*. Symposium. Production de graines de luzerne. Pulawy. Pologne, août 1970.
- LECOMTE J., 1962. Techniques d'étude des populations d'insectes pollinisateurs, *Ann. Abeille*, **5**, 201-213.
- LECOMTE J., 1963. Problèmes posés par la pollinisation des plantes cultivées, *Bull. techn. Inf. Ingén. Serv. agr.*
- LECOMTE J., TIRGARI S., 1965. Sur quelques pollinisateurs des légumineuses fourragères, *Ann. Abeille*, **8**, 83-93.
- MOCZAR L., 1961. The distribution of wild bees in the luzerne fields of Hungary (Hymenoptera, Apoidea), *Ann. Hist. nat. Mus. Nat. Hung.*, **53**, 451-461.
- TASEI J. N., 1968. Contribution à l'étude de la diapause imaginale chez le genre *Osmia* Hyménoptère *Megachilidae*. (Non publié).
- TIRGARI S., 1968. *Étude expérimentale et comparée de la construction et de l'approvisionnement du nid de Melitta leporina Panz.* Thèse Fac. Sci. Univ. Poitiers.
- WRONA S., 1970. *Essais de prévision de la récolte en graines de luzerne d'après le survol des luzernières par les insectes pollinisateurs*. Symposium. Production de graines de luzerne. Pulawy. Pologne, août 1970.
-